Gedruckt mit Unterstützung aus dem Jerome und Margaret Stonborough-Fonds

Geologie und Petrographie der Koralpe, II

Marmore

Von

Dr. Alois Kieslinger

(Mit 1 Textfigur)

(Vorgelegt in der Sitzung am 9. Dezember 1926)

II. Teil.

Das Altkrystallin.

Es beginnt hiemit die petrographische Einzelbeschreibung der Gesteine des Altkrystallins. Sie wurde absichtlich ziemlich ausführlich gehalten, als Quellenmaterial für den tektonischen Teil, der unsere Studien abschließen soll. Nur eine solche, keine Einzelheiten verschmähende Durcharbeitung kann die feste Grundlage für die zahlreichen offenen Fragen, deren erste die Anzahl, Art und Reihenfolge der verschiedenen Metamorphosen ist, aufbauen. Der Verfasser ist der Akademie der Wissenschaften für die fortlaufende Subventionierung seiner Arbeit zu dauerndem Danke verpflichtet.

Die Marmore im Bereiche des Kartenblattes Unterdrauburg.

Übersicht.

Die Marmore treten den übrigen Gesteinen gegenüber an Bedeutung ganz zurück. Die Sedimentgesteine, welche das Koralpengebiet aufbauen, waren außerordentlich kalkarm.

Im geologischen Auftreten können wir zwei Gruppen unterscheiden:

1. Jene östlichen Teile der Koralpe, die dem Flußgebiet der Mur angehören, zeigen keine zusammenhängenden längeren Züge, sondern nur vereinzelte Vorkommen. Obwohl sicherlich vielfach tektonische Abquetschung vorliegt, können — schon der geringen Menge nach — keine größeren Kalkflöze vorhanden gewesen sein. Alle Vorkommen sind sehr klein und erscheinen auf der Karte fast nur punktförmig. Ihre Aufschließung kann nicht planmäßig erfolgen, sondern unterliegt dem Zufall. So stieß man in einem Schottersteinbruch im Schiefergneis südlich St. Oswald (ob Eibiswald) auf eine große Marmorlinse, die im Gneis eingewickelt war. Anderseits sind die wenigen Marmorvorkommen in dem kalkarmen Gebiet so wichtig für die Landwirtschaft, daß alle irgendwie zugänglichen schon seit

altersher zur Gewinnung von Brennkalk benutzt werden. Bei der Kartierung konnten nur wenige Vorkommen gefunden werden, die nicht schon den Bauern bekannt gewesen wären.

2. Die Westabdachung der Koralpe, dem Flußgebiet der Lavant angehörig, zeigt viele kilometerlange Züge von Marmorbändern, die aus dem Hüttenberger Gebiet gegen SO in die Koralpe hineinstreichen. Sie reichen hinunter bis ins Gebiet des Hühnerkogels. Wie die Funde am Spitzelofendenkmal bei St. Georgen zeigen, wurden sie schon zur Römerzeit abgebaut. Im Gegensatz zu den Marmoren der östlichen Gruppe sind sie oft erzführend. Es scheint, daß die westliche Gruppe im allgemeinen tektonisch weniger durchbewegt worden ist.

Das auffälligste Merkmal der Koralpenmarmore ist ihr Reichtum an nicht karbonatischen Mineralien. Das hat schon früh die Aufmerksamkeit der Mineralogen erweckt, und so haben wir für zwei Gebiete eingehende mineralogische Beschreibungen. Das eine ist der Marmor von Stainz, zuletzt von Hussak beschrieben (50, dort auch ältere Literatur). Das andere sind die sonderbaren apatitreichen Marmore der Gegend von Twimberg und Waldenstein, deren Beschreibung wir Egenter verdanken (98). Neuerdings sind übrigens auch aus dem Stubalpengebiet mehrere mineralreiche Marmore beschrieben worden (Heritsch-Lieb, 97 und Purkert, 104). Der Reichtum an nichtkarbonatischen Mineralen ist, wie wir unten zeigen werden, dreifacher Herkunft:

1. aus Verunreinigungen des ursprünglichen Sediments;
2. aus pegmatitischer Zufuhr;
3. Reaktionsprodukte an der Grenze gegen das Nebengestein.

Alle unsere Marmore sind Kalkspatmarmore, mit alleiniger Ausnahme des Dolomitmarmors von Etzendorf und von der »Oberen Hütte«. Alle zeigen Spuren organischer Entstehung durch Bänderung mit bituminösen Stoffen und H_2S-Gehalt, auch durch Anreicherung von Graphitschüppchen. Wie schon im ersten Teil unserer Koralpenstudien erwähnt, muß es in den südlichen Teilen unseres Aufnahmegebietes manchmal unentschieden bleiben, ob ein Marmor zur Diaphthoritzone oder zum Altkrystallin zu rechnen sei. Die Ähnlichkeit unserer Gesteine mit den Phlogopitmarmoren des Waldviertels, z. B. der Loja, ist verblüffend. Die Marmore sind durch eine kalkliebende Flora ausgezeichnet, wie Pehr gezeigt hat (75). Obwohl über die Marmore auf Kartenblatt Deutschlandsberg—Wolfsberg schon eingehende Beobachtungen vorliegen, werden im folgenden nur die auf Blatt Unterdrauburg beschrieben, weil die Fertigstellung des anderen Kartenblattes voraussichtlich noch einige Jahre erfordern wird. Die allgemeinen petrographischen Ergebnisse sind an den Schluß der Einzelbeschreibung gestellt.

Einzelbeschreibung.

A. Östliche Gruppe.

a) **Flußgebiet der Saggau.**

Die Vorkommen am Nordhang des Radelzuges, bei Bergweiß und im Kotterwald, gehören schon zur Dt-Zone und werden gelegentlich der Beschreibung des ganzen Radelgebirges nachgetragen werden.

Marmor von St. Oswald.

Am Südhang des Buchenberges, 900 *m* westlich der Kirche St. Oswald, ist in zirka 660 *m* Seehöhe, also unterhalb der neuen Autostraße, im Schiefergneis ein großer Schottersteinbruch (»Klingersteinbruch«) angelegt. Im Grunde desselben stieß man auf eine große Marmorlinse, die in den Gneis eingewickelt ist. Der feinkörnige, durch viel fein verteilten Biotit violett gefärbte Gneis verliert gegen die Marmorgrenze hin seine Schieferung und wird zu einem kompakten, ungemein schweren Gestein. Besonders auffallend sind haselnußgroße, fast schwarze Granate (die im normalen Gestein nie über Hirsekorngröße hinausgehen). Dann kommt eine Zone von wechselnder Breite, meist einigen Zentimetern, mit schmalen Bändern grüner Kalksilikate in einem weißen Grundgewebe. An der Grenze der Kalksilikatfelse gegen den Marmor sind Titanite in Briefkuvertform in Krystallen bis 1 *cm* Größe angereichert, und zwar liegen sie mit ihrer größten Fläche annähernd in der Schieferungsfläche. Der eigentliche Marmor ist durch sehr hohen Pyroxengehalt, durch die zahlreichen großen Graphitschuppen und durch fein verteiltes Pigment dunkelgraugrün gefärbt.

Betrachten wir die einzelnen Gesteine näher:

Der gewöhnliche Schiefergneis ist ein sehr feinkörniges Gestein mit nicht sehr deutlich ausgeprägter Schieferung. Der Biotit übertrifft an Menge und Größe der Schüppchen bedeutend den lichten Glimmer und verursacht die dunkle, braunviolette Farbe des Gesteins. Es wurde von diesem Vorkommen kein Schliff angefertigt, doch ergab die Untersuchung ähnlicher Gneise einen Mineralbestand von Almandin, Quarz, Oligoklas, Biotit, Muskowit und Akzessorien.

Das spezifische Gewicht $s = 2 \cdot 839\, g$.

Der massige dichte Gneis fällt im Handstück vor allem durch sein abnorm hohes Gewicht auf: $s = 3 \cdot 330\, g$! Es übertrifft sogar manche basische Tiefengesteine. Wenn auch ein Teil des hohen Gewichtes einer Vererzung des Gesteines (mit Pyrit) zuzuschreiben ist, so ist es doch im wesentlichen durch das Vorherrschen von Granat und sonstigen schweren Mineralen bedingt. Die Schliffuntersuchung (S. 35) ergab: Granat, Disthen, Staurolith, Biotit, Muskowit, Kalifeldspat, kiesiges Erz, Graphit, also keine

Kalkminerale (genauer werden wir dieses Gestein bei den Schiefergneisen besprechen). Dieser Gneis zeigt also einen höher metamorphen Zustand als der gewöhnliche Schiefergneis; vielleicht dadurch, daß der benachbarte Marmor seiner unmittelbaren Umgebung einen Teil der scherenden Beanspruchung bei der jüngeren (»alpinen«) Durchbewegung abgenommen hat.

Die Kalksilikatzone zeigt eine ausgesprochene Bänderung durch stumpfgrüne Pyroxenlagen im weißen Grundgewebe. Sie ist auch reich an glasigen Quarzlagen. Das grüne Mineral erweist sich im Schliff (S. 31, 32) als gut erhaltener Uralit mit großen, höher doppelbrechenden Pyroxenkörnern in orientierter Verwachsung. Die uralitische Hornblende ist fast farblos und zeigt daher keinen merklichen Pleochroismus. Das weiße Grundgewebe besteht aus Quarz und saussuritisierten Feldspaten, ferner Titanit in großen Körnern. Dünne, eingeschaltete Gneislagen zeigen Pyroxen, Granat, Biotit (γ' tief rotbraun, α' licht gelblich, fast farblos, Zirkon mit pleochroitischen Höfen), verglimmerten Plagioklas, Zoisit, Apatit, Pyrit.

Die glasigen Lagen, welche das Gestein durchziehen, bestehen meist aus großen Quarzkörnern mit Pflasterstruktur. Sie zeigen oft rundliche Einschlüsse von Kalkspat (S. 31). Eine Lage wurde auch als Kalifeldspat erkannt.

Die Gneisanteile dieses Mischgesteins zeigen deutliche Spuren mechanischer Beanspruchung durch jüngere Bewegungen. Besonders die Querglimmer zeigen Stauchung, Quarze und Kalifeldspat undulöse Auslöschung. Uralit und Saussurit haben gleichen Ursprung.

Der eigentliche Marmor, dessen Äußeres wir oben beschrieben haben, erhält durch die zahlreichen nichtkarbonatischen Einschlüsse eine Erhöhung des spezifischen Gewichtes. Messungen an zwei verschiedenen Handstücken ergaben $s = 2\cdot780$ und $2\cdot805$ gegen $2\cdot72$ des reinen Kalkspates. Spuren jüngerer Bewegungen sind natürlich im so rasch umkrystallisierenden Kalkspat nicht erkennbar.

b) Flußgebiet der Weißen Sulm.

Marmor von Gutschi, Wiel.

Im Oberlauf des Stierriegelbaches, der »Kleine Sulm« heißt, ist in der sogenannten Gutschi-Leiten (gegenüber der Grabenhieskeusche) ein kleines Marmorvorkommen auf ungefähr 100 *m* Länge erschlossen. Es ist in stark injizierte Glimmerschiefer eingewickelt mit nordsüdlich streichenden Falten, die gegen W stirnen. Es ist ein Phlogopitmarmor gleich dem

Marmor vom Kraushansl.

Am Nordfuß des Buchenberges, im Tal der Weißen Sulm, ist eine kleine Marmorlinse erschlossen in einem Walde, der zum Gehöft Kraushansl gehört. Der Marmor ist vollkommen in injizierte Glimmerschiefer (mit Übergängen in Schiefergneise) eingewickelt und mit ihnen stark verfaltet. Die Minerale pegmatitischer Herkunft, an denen

er reich ist, sind nicht in Gängen, sondern in vereinzelten Butzen angeordnet, offenbar tektonisch abgequetscht. Am Kontakt gegen den Glimmerschiefer finden sich Reaktionssäume.

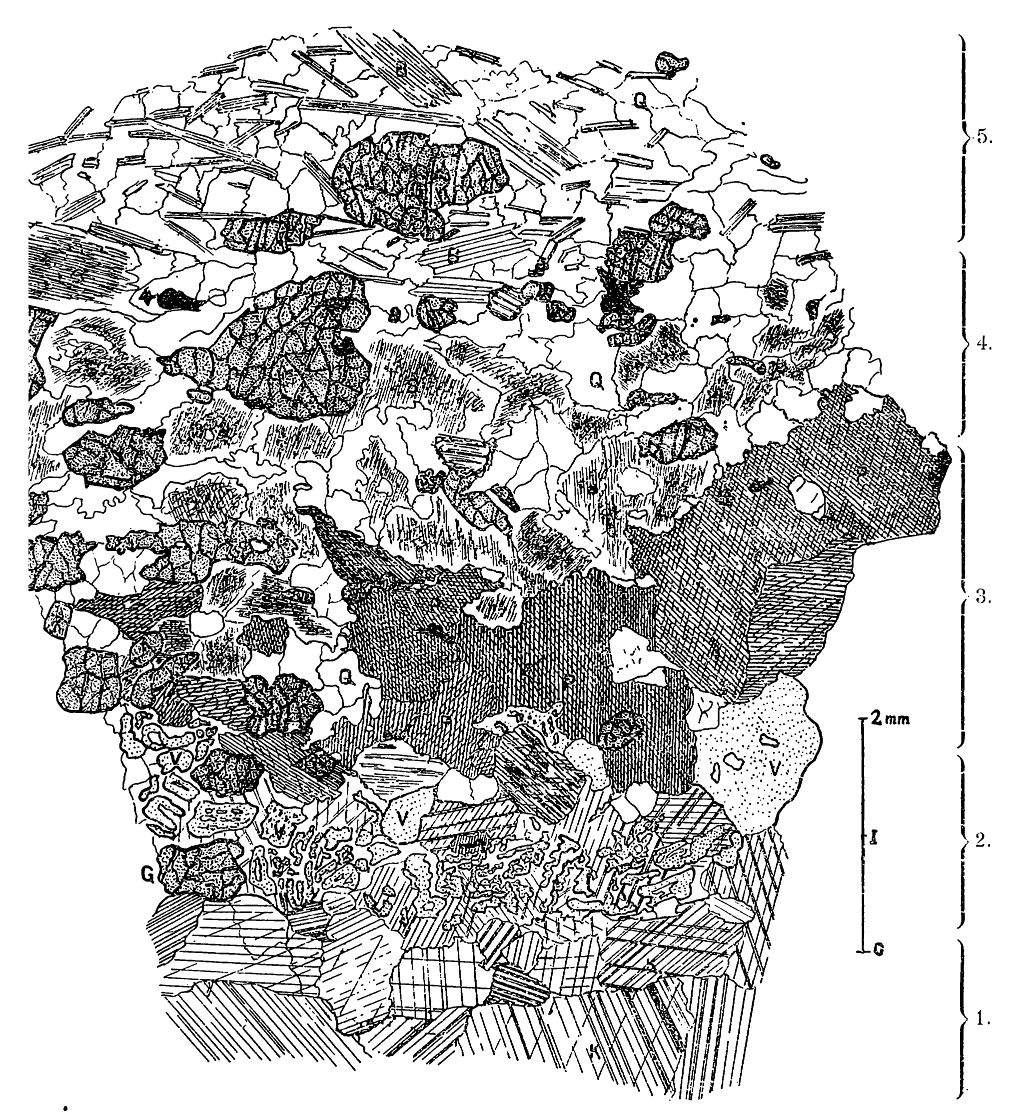


Fig. 1. Reaktionszonen zwischen dem Marmor und Gneis. Aus dem Kraushansl-Steinbruch (*S* 26). *K* = Kalkspat, *V* = Vesuvian, *G* = Granat, *S* = Saussuritisierter Plagioklas, *Q* = Quarz, *B* = Biotit.

1. = Reiner Marmor. Akzessorisch Phlogopit, Feldspat, Granat, Quarz. 2. = Makroskopisch lichtglasige Zone. Vesuvian, Kalkspat, Granat 3. = Makroskopisch dunkelgrüne Zone. Vorwiegend aus Pargasit. 4. = Makroskopisch weiße Zone. Granat, Quarz, basischer Oligoklas, Vesuvian. 5. = Gneis. Makroskopisch violettbraun. Granat, Biotit, Muskovit, Quarz, Plagioklas, Rutil.

Der sonst reinweiße Marmor zeigt eine graue Bänderung in der Stärke von 3 bis 5 *cm*, hervorgerufen durch fein verteilte Kohlenstoffverbindungen, vielleicht Graphit. Übrigens finden sich sowohl in den weißen als auch den grauen Bänken große Graphitschuppen. Die grauen Teile entwickeln beim Anschlagen starken H_2S-Geruch. Gleichlaufend mit diesen Bändern, aber nicht an ihren Grenzen, sind Ablösungsflächen, die mit Glimmern belegt sind. Diese sind einerseits Phlogopit in braunroten Schüppchen, $2V = 7'5°$ im Mittel. Anderseits ein farbloser bis grünlicher Glimmer von $2V = 35°$ im Mittel. Eine chemische Untersuchung auf Kalkgehalt hatte keinen Erfolg. Es ist jedoch kein Muskovit, sondern ein Glimmer zweiter Art (A. E. // Symmetrieebene). Vielfach ist dieser lichte Glimmer in eine grüne, chloritähnliche Schmiere verwandelt. Diese Glimmerlagen entsprechen ihrer Anordnung nach wohl sicher ursprünglichen tonigen Häutchen im Kalk.

Ferner findet sich Biotit und (wenig) Muskovit, jedoch in deutlicher Abhängigkeit von eingefalteten Gneisschuppen. Sehr häufig ist eine tremolitähnliche Hornblende in olivgelbgrauen bis 1 *cm* langen gedrungenen Prismen. Sie ist größtenteils in eine weiche, schmutzig gelbgrüne talkähnliche Masse verwandelt. Dieser Umstand verhindert eine genauere Bestimmung.

Quarz findet sich in rundlichen Butzen und ist wohl pegmatitischer Herkunft. In seiner Umgebung ist der Kalkspat zu faustgroßen, schön spätigen Krystallen umkrystallisiert. Die stellenweise Verbiegung seiner Krystallflächen spricht für spätere mechanische Beanspruchung. Salit in schneeweißen augitischen Prismen, 2 bis 3 *cm* lang. Titanit in Briefkuvertform ist wie in allen diesen Marmoren besonders an der Grenze gegen das Nebengestein angereichert.

Unsere besondere Aufmerksamkeit erregten die Reaktionszonen an der Grenze gegen das Nebengestein. Es sind mehrere feine, nur 1 bis 2 *mm* dicke Bänder von verschiedener Farbe. Die chemische Wechselwirkung zwischen den beiden Nachbargesteinen hat sich auf wenige Zentimeter beschränkt. Im Schliff zeigt sich folgendes (*S* 26 [vgl. Fig. 1]):

1. Hauptmasse des Marmors. Vorwiegend Kalkspat, nicht verzahnt. Nebengemengteile: Phlogopit, farbloser Glimmer, Feldspat, Granat, Quarz.

2. Makroskopisch lichtglasige Zone. Unter dem Mikroskop ein fast einachsiges Mineral, optisch +, gerade Auslöschung, n sehr hoch, zirka $1 \cdot 7$; Doppelbrechung außerordentlich niedrig, $\gamma - \alpha = 0 \cdot 005$, $v > \rho$. Es handelt sich um Vesuvian oder ein Mineral der Zoisitgruppe. Es ist ganz durchwachsen mit kleinen Körnchen von Kalkspat und Granat.

3. Eine makroskopisch dunkelgrüne Zone, besteht vorwiegend aus Pargasit. Akzessorisch Rutil.

4. Eine makroskopisch weiße Zone, unterscheidet sich vom angrenzenden Gneis nur mehr durch das Fehlen von Glimmer. Sie

besteht vorwiegend aus Granat, Quarz und einem basischen Oligoklas, ferner dem in Zone 2 erwähnten Mineral (Vesuvian oder Zoisit).

5. Gneis. Granat, Biotit, Muskowit, Quarz, Plagioklas, Rutil.

Ähnliche Bildungen sind wiederholt beschrieben worden:

Baumgärtel erwähnt in seiner Beschreibung des Hüttenberger Erzberges Kalksilikatfelse an der Grenze von Marmor und Pegmatit (Jahrb. d. k. k. Geol. Reichsanst., Wien, 52, 1902, p. 231). Dort auch die Anreicherung des Titanits in den Grenzgebieten. Benesch beschreibt aus dem östlichen Bachergebirge Kontaktzonen zwischen Marmor und Granitgneis (Mitteil. d. Geol. Ges., Wien, **10**, p. 167 f.). Nach Scherer tragen Kalkstöcke, die in einem Hornblendegneis von Christiansand eingeschlossen sind, einen Kontaktmantel von Granat und Vesuvian (Zirkel, Petrographie, 2. Aufl., 1894, 3, p. 455). Von den finnländischen Marmoren mit ihren Reaktionszonen (A. Laitakari, 99, 100) unterscheiden sich die steirischen insofern grundsätzlich, als es sich bei jenen um echte Kontaktzonen gegen Eruptivgesteine handelt.

Es ist vielleicht kein Zufall, daß alle in den Reaktionszonen neu entstandenen Minerale solche mit negativer Volumstönung sind, d. h. solche, deren tatsächliches Molekularvolumen $\left(\frac{\text{Molekulargewicht}}{\text{spezifisches Gewicht}}\right)$ kleiner ist als das aus ihren Oxyden errechnete (siehe die Tabelle bei F. Becke, Denkschr. d. Wiener Akad. d. Wiss., math.-nat. Kl., **75**, p. 25 f.). Die Aufstellung von Volumgleichungen, die wir versucht haben, ist insofern zwecklos, als ja das Entweichen beträchtlicher Mengen von Kohlensäure eo ipso eine Volumverminderung bedingt.

Wir stellen uns die Bildung dieser Reaktionszonen als einen Diffusionsvorgang zwischen den beiden (festen) Gesteinen vor, der durch Druck und Temperatur der Regionalmetamorphose erzeugt wurde. Sehr bemerkenswert ist die Einseitigkeit dieser Reaktion, die wohl vom Gneis (beziehungsweise dessen Ausgangssediment) zum Kalk, nicht aber umgekehrt geht. Die Gneise am Kontakt sind vollkommen frei von kalkhaltigen Mineralen. Es entspricht dies, wie mich Herr Dozent Dr. A. Marchet aufmerksam machte, der Verdrängung der schwächeren Säure (CO_2) durch die stärkere (SiO_2).

Die geringe Reichweite dieser Diffusionen mag, abgesehen von vielleicht ungenügender Temperatur, darauf zurückzuführen sein, daß das neugebildete Kalksilikat für den restlichen Marmor eine Art Schutzrinde abgegeben hat. Derartige Erscheinungen wurden von J. A. Hedvall experimentell untersucht (102, p. 62).

Man erkennt also in diesem Vorkommen:

Reste der ursprünglichen Sedimentnatur, pegmatitische Injektion mit einer Art örtlichen Kontaktmetamorphose, eine weitaus vorherrschende Regionalmetamorphose, endlich junge (»alpine«) Bewegungen, die sich in Verbiegung der Krystalle, Zerstörung der Feldspate, Chloritisierung der Glimmer, Vertalkung (?) der Hornblenden, Pressung der Quarze ausdrücken.

Marmor von Strutz, Unter-Fresen.

Auf dem Abhang südöstlich vom Gehöft Strutz wurde in dem Weingarten des Besitzers, 30 bis 40 *m* unterhalb des Wohnhauses,

vorübergehend Marmor zum Kalkbrennen gewonnen; es kam jedoch nicht zu einem steinbruchmäßigen Abbau. Heute ist alles verschüttet und auch Lesesteine fehlen fast vollkommen, weil sie ebenfalls für Brennzwecke gesammelt wurden. Die wenigen noch vorhandenen Stücke zeigen einen ungemein reinen, weißen und grauen Marmor, frei von allen Nebengemengteilen.

Marmor von Schmidlenz, Unter-Fresen.

In einem Schottersteinbruch am Südhang der Höhe 587 (Guntschenberg) findet sich ein Marmor in zwei 1 bis 2 *m* dicken Bändern, stark mit einem Turmalinpegmatitgneis verfaltet. Sie ziehen sich bis in die Sulmschlucht hinunter. Durch Injektion und Verfaltung ist der Marmor voll von Quarz, Kalifeldspat, Biotit, Granat; es liegt also eigentlich eine Mischung von Marmor, Gneis und Pegmatit vor, ähnlich dem von Heritsch beschriebenen Vorkommen (97). Diesen harten Gemengteilen verdankt der Marmor seine gute Verwendungsmöglichkeit als Schotter. Zum Brennen ist er natürlich nicht gut geeignet.

Vordersdorf.

Am linken Ufer der Weißen Sulm, etwa 150 *m* oberhalb der Vordersdorfer Brücke, ist im Schiefergneis eine Marmorlage, reich an grünen Mineralen, eingebettet. Sie geht ganz allmählich in den Gneis über. Die tiefgründige Verwitterung gestattet keine nähere petrographische Untersuchung (S. 138, 142).

Dolomitmarmor von Etzendorf.

Der Grundgebirgsrücken, welcher das Steyregger Tertiärbecken von der Etzendorf-Vordersdorfer Mulde trennt, enthält eine mächtige Linse eines Kalk- und Dolomitmarmors. Er und die dolomitischen Lagen bei der Oberen Hütte sind die einzigen Dolomitvorkommen unseres ganzen Aufnahmegebietes. Kalk und Dolomit sind bald weiß, bald grau und im frischen Zustand ohne HCl nicht zu unterscheiden. Beim Verwittern färbt sich jedoch der eisenreiche Dolomit rasch bräunlich. Übrigens enthält auch das frische Gestein vereinzelte bräunliche Körnchen, die vielleicht Ankerit oder Siderit sind. Als Akzessorien finden sich graue feinschichtige, harte Einlagen. Eine solche wurde im Schliff (S 167) untersucht und als Mylonit eines Pegmatits erkannt. Es ist ein sehr feinkörniges Gemenge von Quarz, Kalifeldspat, saussuritischen Zersetzungsprodukten, wohl einigen Glimmermineralen.

Das Verhältnis Kalk: Dolomit ist so, daß große Teile aus kompaktem Dolomit bestehen, der nur eine Bänderung durch millimeterdicke Kalkspatlagen zeigt. Durch Anschleifen und Ätzen tritt diese Struktur sehr deutlich hervor. Die Wechsellagerung von Kalk und Dolomit spricht für ursprünglichen sedimentären Wechsel, wie er ja in den Koralpenmarmoren besonders auch durch graphitische Bänderung ausgedrückt ist, und gegen spätere Metasomatose. In

anderen Teilen wieder herrscht regelloser Wechsel von Kalkspat- und Dolomitkörnchen. Deren Unterscheidung im Schliff (S 162) nach der Lage der Zwillingslamellen war nicht durchzuführen.

Trotz des Vorherrschens von Dolomit wurde dieser Marmor von alters her zum Kalkbrennen benutzt (»Kalkbauer«), während seine Verwendung als Straßenschotter Mißerfolg hatte. In den tiefsten Teilen des Etzendorfer Steinbruches kommt übrigens neuerdings reiner Kalkmarmor zutage.

Erst während der Niederschrift dieser Beschreibung erhielt ich die Arbeit von G. Hießleitner (108), worin er dasselbe Vorkommen beschreibt (l. c., p. 67). Er hebt besonders die tiefgründige Verwitterung hervor, die nur einige blaugraue Partien im Kern der durch Klüfte begrenzten Blöcke verschont hat. Unabhängig voneinander sind Hießleitner und ich zur Auffassung gekommen, daß es sich hier um eine altmiozäne Verwitterung handle. Übereinstimmend beschreibt Hießleitner die Verquarzung und Verkiesung des Gesteins, dagegen ist ihm seine Dolomitnatur entgangen.

Marmor bei Waldjokel, südlich St. Anna.

Auf einer Wiese beim Gehöft Waldjokel, nördlich vom Tabakscheucher, finden sich Lesesteine eines grauen krystallinen Marmors; das Anstehende konnte nicht aufgefunden werden.

c) Flußgebiet des Feistritz- und Krumbaches usw.

Marmore aus der Soboth.

Unmittelbar unter (südwestlich) dem Friedhof von St. Jakob in der Soboth steht ein feinkörniger Marmor an. Er ist durch organogene Stoffe grau gefärbt und reich an kleinen Phlogopitschüppchen sowie winzigen Säulchen von braunem Turmalin.

Der Raum der Soboth ist ein Gebiet stärkster tektonischer Durcharbeitung mit einer Zerlegung in tektonische Schuppen von oft nur wenigen Metern Dicke. Genaueres darüber im allgemeinen geologischen Teil unserer Arbeit. So mag es nicht wundernehmen, daß sich zahlreiche kleine Marmorfetzchen finden, die sich nicht mehr zu zusammenhängenden Bändern ergänzen lassen. Wir nennen als Beispiele:

Bei Rajok (statt »Ronak« der Karte), einem Gehöft nordwestlich von W. H. Skutnik.

Mehrere kleinere Linsen am Wege von St. Jakob in den Feistritzgraben hinunter z. B. beim Gehöft Hermann.

Der große Haufen von Marmorblöcken bei den Ruinen des Gehöftes nördlich Sounig, der auf der geologischen Karte von Rolle als anstehend ausgeschieden ist, wurde seinerzeit zugeführt, und zwar stammt er nach der Aussage eines Anwohners von dem Vorkommen bei Stöffel in Zweibach.

Marmor von Waldpeter, nördlich Schwaig.

Auf dem Wege, der vom Sattel, Punkt 1253 bei Waldpeter nördlich Schwaig, in den Krumbachgraben hinabführt, ist ein kleines Marmorvorkommen anstehend. Es ist ein sehr unreines, stark mit Gneis vermengtes Gestein. Makroskopisch sind Biotit und dunkelgrüner Pyroxen zu erkennen. Im Schliff (*S* 144) zeigt sich neben Kalkspat: Biotit mit Einschlüssen von Zirkon mit breiten pleochroitischen Höfen; Pyroxen; Kalifeldspat, oft mit Myrmekit. Der dabei entstandene Plagioklas ist ein Andesin, entsprechend dem Kalkreichtum des Gesteins; der Index (Becke) $i = \frac{p}{q} = 1 \cdot 8$.

Diese Myrmekitbildungen sind nicht an die Grenze von Kali- und Natronkalkfeldspat gebunden, sondern finden sich auch mitten in Orthoklaskörnern, auch an der Grenze von Orthoklas und Pyroxen. Einzelne Feldspate zeigen sehr kleine mikroperthitische Spindeln; Klinozoisite mit Zonenstruktur und lavendelblauen Farben; Titanit.

Eine Fortsetzung des Waldpetermarmors quert den Oberlauf des Nissenbächleins unterhalb der Dibold-Waldkeusche. Es ist ein schönkörniger grauer Marmor mit Graphit- und Glimmerschüppchen. Bemerkenswert ist, daß sich in diesem doch ziemlich schmalen Marmorband an einer Stelle eine echte Doline gebildet hat.

Marmor vom Stöffel, Zweibach.

Weißer, hochkrystalliner Marmor, reich an tiefbraunen Phlogopiten bis zur Größe von mehreren Millimetern. Achsenwinkel $2V = 9°$ Quarz in spärlichen Körnchen. Turmalin in goldbraunen 2 *mm* langen flächenreichen prismatischen Säulchen, kräftig pleochroitisch.

Marmor von der Oberen alten (Glas-) Hütte.

In der Nähe der sogenannten Oberen Hütte, im Sattel nördlich Punkt 1350, steht derzeit ein weißer, schönkörniger Marmor im Abbau. Er hat bis 40 *cm* starke Dolomitlagen, die sich nur mit Hilfe der HCl erkennen lassen. Außerdem konkordant eingeschaltete Pegmatitlagen. Sehr interessant sind die NO-Klüfte, eine Fortsetzung der Gradischgänge. An einigen haben sich sehr schöne, bis 20 *cm* lange Bergkrystalle entwickelt. Andere zeigen eine schwache, wagrecht verlaufende Striemung, ein Beweis für kleine Verschiebungen entlang diesen Klüften. Die nichtkarbonatischen Minerale schmelzen beim Brennen in schwarzen Schlacken heraus.

Weitere unbedeutende Marmorvorkommen fanden sich bei Salesnik (Fußweg Dampfsäge—Schneiderlipl—Soboth), ferner im Krumbachgraben oberhalb des alten Eisenhammers. Ein weiteres soll sich im obersten Feistritzgraben, unterhalb der Steinachalpe, befinden, konnte jedoch bis jetzt nicht aufgesucht werden.

B. Westliche Gruppe.

Die Marmore der Lavanttaler Seite.

Wie in der Einleitung näher ausgeführt wurde, ist für den Westhang der Koralpe der Reichtum an langgestreckten Marmorbändern bezeichnend. Er ist schon auf der Rolle-Lipold-Karte deutlich ersichtlich und wurde unlängst wieder von H. Beck für die Wolfsberger Gegend besonders betont (Verhandl. 1925, Aufnahmebericht). Beck will die Marmorbänder in die Almhausserie stellen. Das halte ich für unwahrscheinlich: Sie liegen in konkordantem Verbande mit sicheren Teigitschgesteinen; an eine tektonische Einfaltung so langer und dünner Schichten ist unmöglich zu denken. Auf dem Blatt Unterdrauburg nehmen die Marmorbänder an Zahl rasch ab. Es sind eigentlich nur mehr drei solcher Schichten mit Sicherheit zu erkennen. Alle drei lösen sich gegen S in einzelne, unzusammenhängende Vorkommen auf. Am beständigsten ist das mittlere, das »Spitzelofenband während die beiden anderen nur mehr in isolierten Fetzen in unser Blatt hereinreichen.

1. Das oberste Band.

Es liegt im Plattengneis und bildet die Fortsetzung jenes größeren Bandes vom Blatt Wolfsberg, das über Blaskogel und Ebenkogel nach SSO streicht. Ein Vorkommen liegt bei Zwoberl (Oberhaus) in zirka 1100 *m* Höhe. Das nächste erst 3 *km* weiter südlich beim Gehöft Wretlitschek (?), gegenüber Axtel. Es ist in beiden Fällen ein grusig zerfallender, ziemlich grobkörniger Marmor mit viel dunklem Glimmer (Phlogopit und Biotit), kleinen Körnchen von Pyrit und Schüppchen von Graphit. Das nächste Vorkommen liegt am Westhange des Fligelberges, 400 *m* westlich Punkt 1359, versteckt in 1320 *m* Höhe mitten in einem Walde, der zum Gehöft Thomashansl gehört. Es handelt sich um einen weißen Marmor mit fuchsroten Phlogopiten. 600 *m* westlich des Prettereckpasses (zirka 1330 *m*), über den die Drahtseilbahn führt, ist unterhalb der (nicht mehr bestehenden) Eckkeusche in 1220 *m* Höhe eine nur 2 *m* starke Marmorbank zwischen Injektionsglimmerschiefern aufgeschlossen. Sie ist außerordentlich reich an Akzessorien (*S* 161): Graphit in schwarzen opaken Schüppchen, Biotit mit pleochroitischen Höfen um Zirkon, Hornblende, makroskopisch lichtgrün, unter dem Mikroskop farblos, die höchst doppeltbrechenden Schnitte eine Auslöschung $c:\gamma' = 16°$ Spärliche winzige Plagioklaskörnchen, Phlogopit (sehr kleiner Achsenwinkel), Titanit, Granat, makroskopisch graugrün, zeigt unter dem Mikroskope auffallende optische Anomalien: Fast alle Durchschnitte sind schwach doppelbrechend und weisen bei ×Nicols eine parkettartige Felderteilung mit verschiedener Auslöschung auf. Die Interferenzbilder sind sehr unklar. Einige deuten auf einen einachsigen optisch negativen Krystallbau, andere zeigen zwei Achsen unter einem Winkel nahe an 90° Derartige

Anomalien sind bei Ca-reichen Granaten vielfach bekannt. Die Kalkspatkörner grenzen unverzahnt aneinander und sind ganz erfüllt von einer Spreu eines winzigen glimmerähnlichen Minerals, das sich wegen seiner Kleinheit der näheren Bestimmung entzieht.

Eine Fortsetzung des obersten Marmorbandes wurde in dem Magnet- und Kupferkiesbergbau am Lamprechtsberg angefahren; das südlichste Vorkommen liegt als schmale Einlage beim Gehöft Kogler, Punkt 1104.

2. Das Spitzelofenband.

Ich benenne dieses auffallende, auf viele Kilometer hin zu verfolgende Band nach dem »Spitzelofen«, einer künstlich geglätteten Marmorwand in einem alten Steinbruch, die eine römische Inschrift trägt. Dieses Denkmal wurde von der Bergbehörde als Naturdenkmal vor drohender Zerstörung durch Schürfungen auf Erz in Schutz genommen (Revierbergämtliche Erkenntnis des R. B. A. Klagenfurt vom 30. IX. 1890, Z. 993).

Das Spitzelofenband ist die Fortsetzung eines langen Marmorzuges, der von Wolfsberg Mausoleum über Arbühel, Göding streicht. Er ist in seinem Liegenden von einem Amphibolitzug begleitet. Dieses Zusammenvorkommen würde dafür sprechen, daß es sich um einen Paraamphibolit handelt. Trotzdem zeigt sich im Schliff (*S* 150, 152) große Ähnlichkeit mit Abkömmlingen von Eklogitamphiboliten. Deutlich sind zweierlei Hornblenden zu unterscheiden, eine (alte) gelblichgrüne und eine (sekundäre) blaustichige, die sich im Aussehen schon stark dem Glaukophan nähert. Auch fanden sich (*S* 152) Reste kelyphitähnlicher Strukturen, die vielleicht auf ehemaligen Pyroxen hindeuten. Makroskopisch sind es tiefschwarze, etwas plattige Zoisitamphibolite. Die Frage nach ihrer Herkunft mag daher noch offen bleiben.

Dieses Marmorband liegt ungefähr an der Grenze von struppigem Injektionsglimmerschiefer und Plattengneis, kreuzt jedoch diese Linie, ein Beweis, daß diese beiden Paragesteine nicht ursprünglich verschieden sind, sondern sich nur durch den Grad der Durchbewegung unterschieden.

Das Spitzelofenband betritt im »kalten Winkel« unser Kartenblatt. Es bildet dort in zirka 1060 *m* Höhe große Felskanzeln, deren eine der Spitzelofen ist (ober Gehöft Luger). Es ist ein sehr grobkörniger (bis 5 *mm*), weiß und grau gebänderter Marmor, mit Graphit, farblosem Glimmer und Pyrit als Akzessorien. Er entwickelt beim Anschlagen starken H_2S-Geruch. Weitere gute Aufschlüsse sind unter Gehöft Lauke.

Beim Gehöft Pirker (1·5 *km* östlich Andersdorf) findet der zusammenhängende Marmorzug sein Ende.

Erst 2·5 *km* weiter südlich, beim Grabenbauer unter Wunder, tritt ein Marmorvorkommen auf, das wegen seiner innigen Vergesellschaftung mit Amphibolit als Fortsetzung des Spitzelofenbandes aufzufassen ist.

Der Amphibolit geht hier durch Wechsellagerung in den Marmor über. Im Grenzgebiet ist ein Wechsel von $^1/_2$ *cm* dicken Amphibolit- und 2 *cm* dicken Marmorlagen. Aber auch mitten im Marmor treten noch größere Amphibolitknollen auf. Am Kontakt ist der Marmor durch das Fe der Hornblenden gelblich gefärbt, vielleicht hat auch stellenweise Bildung von $FeCO_3$ stattgefunden. Es finden sich auch Marmorpartien mit vereinzelten Hornblendekrystallen. Vereinzelte kleinere Butzen zeigen im Schliff (*S* 153) eine braungrüne, sehr blasse Hornblende, Granat mit optischen Anomalien (schwach doppelbrechend), Epidot in kleinen grünen Körnchen (schwach doppelbrechend, optisch negativ, mit sehr großem Achsenwinkel). Der Marmor ist sehr grobspätig und führt am Kontakt gegen Amphibolit einen dunkelbraunen Glimmer, dessen Farbe mehr für Biotit als für Phlogopit spricht. In den reinen weißen Lagen tritt der bei Kraushansl beschriebene farblose Glimmer auf. Dazu treten Phlogopit, Graphit, etwas Feldspat. Auf Klüften finden sich schöne Drusen von Papierspat.

Das nächste Vorkommen liegt weitere 1·5 *km* südsüdöstlich hinter Gehöft Zlamnig (Gemeinde Weißenberg). Dieses Gestein ist ausgezeichnet durch eine strahlige blaßgrüne Hornblende, zum Teil in talkähnliche Pseudomorphosen übergegangen, ferner Phlogopit und wieder das mehrfach erwähnte farblose bis grünliche winzige Glimmermineral. Das Auftreten mitten im frischen Gestein spricht gegen vergrünten Biotit. Daneben Phlogopit, Graphit usw.

Das letzte Stück des zerrissenen Spitzelofenbandes liegt 4 *km* weiter im S, im Sattel bei Grisi (südlich St. Magdalena). Der gleiche Abstand von der Basalschuppe im Multerer Graben wie der Abstand zwischen Zlamnig und Ettendorfer Schuppe rechtfertigt die Zuteilung zum Spitzelofenband.

3. Das basale Marmorlager.

Dieses bildete einst zweifellos, ebenso wie die höheren Lagen, ein zusammenhängendes Band, ist aber von den jungalpinen Störungen, welche die Tertiärgrenze begleiten, in eigentümlicher Weise zerstört worden. Es wurden nämlich durch Zusammenschoppung des geringmächtigen Marmors vier große Linsen erzeugt, die in 5, 4 und $2^1/_2$ *km* Entfernung liegen. Alle zeigen deutlich die Interferenz eines älteren Nordnordwest- bis Südsüdost- und eines jüngeren West-Ost-Streichens. Durch eingefaltete Glimmerschieferlagen wird diese tektonische Anschoppung sehr deutlich. Natürlich sind derartige Interferenzen von altem und jungem Streichen auch im Glimmerschiefer vorhanden, treten aber in diesem verworrenfaltigen, überdies metertief verwitterten Gestein nicht so deutlich zutage. Wo einigermaßen die Aufschlüsse hinreichen, z. B. an der Ettendorfer Schuppe, zeigen die Glimmerschiefer deutliche Serizitisierung und andere Merkmale einer zonenweisen Diaphthorese.

Die nördlichste Schuppe, gleichzeitig die kleinste, liegt hinter dem Gehöft Steinkellner. Es handelt sich um einen sehr reinen

weißen, nur spärlich grau gebänderten Marmor, sehr arm an Akzessorien (Graphit, Quarz, Pyrit, der farblose bis grünliche Glimmer). Er zeigt eine heftige Durchbewegung und Zerbrechung. Einige dieser tektonischen Klüfte haben sich zu kleinen Karsthöhlen erweitert, die mit schönen gebänderten Sinterkrusten eines erdigen weißen Kalksinters (kein Aragonit!) ausgekleidet sind. An anderen dieser Spalten sind Fe-Lösungen aufgedrungen, die sich an den Klüften ausgebreitet und stellenweise schöne Diffusionsringe erzeugt haben. An einer größeren Verruschelung ist ein $^1/_2$ *m* mächtiger Gang von Spateisenstein entstanden, der seinerzeit zu einem Schurfbau Anlaß gegeben hat.

Neben drei deutlichen hervortretenden Hauptkluftsystemen, die aufeinander senkrecht stehen, finden sich zahlreiche regellos schief das Gestein durchsetzende Ablösungsflächen.

Die zweite, die »Ettendorfer Schuppe«, liegt 5 *km* weiter südlich, unmittelbar östlich dieses Ortes. Die ersten Aufschlüsse finden sich schon beim Friedhof, doch reicht der Marmor bis über 600 *m* (Seehöhe) am Lambrechtsberg hinauf. Die Marmorschuppe ist in stark diaphthoritische Injektionsglimmerschiefer eingewickelt. Sie hat einen komplizierten inneren Bau, der jedoch wegen der unzureichenden Aufschlüsse nur ungenügend erfaßt werden kann. Gegen O tritt ein Ausfingern in mehreren Bändern gegen den Glimmerschiefer ein. Ein großer Steinbruch (»Guggitzer Steinbruch«) zeigt guten Aufschluß: Die randlichen Teile des Marmors sind besonders unrein. Zahlreiche, zirka $^1/_2$ *cm* dicke Quarzlagen gliedern den Marmor in Platten. Jene zeigen Striemungen und Harnische und beweisen so eine starke Durchbewegung in s. Gelegentlich sind kleinere Injektionsstücke von Quarz-Feldspat zu rundlichen Knollen zusammengedreht. Die Streckung läuft ungefähr // dem Hauptstreichen (N 45 W), weicht aber stellenweise gegen die West-Ost-Richtung ab. Der Marmor selbst ist dunkelgrau, nur spärlich weiß gebändert. Phlogopit in großen Schuppen ($2\,V = 12$ bis $15°$), Titanit, Quarz, rauchgrauer Feldspat, dunkelgrüne Hornblende, in Krystallen bis 3 *cm* Größe. Mindestens Quarz-Feldspat sind auf Injektion zurückzuführen.

Weitere 4 *km* im S folgt die Schuppe des Rothenkogels (Sirothenkogel der Karte). Sie beginnt ober Gehöft Jamnik mit einem schmalen Band, verbreitert sich im Multerer Graben auf fast 250 *m* Breite. Dort ist der Marmor in einem Steinbruch hinter dem Gehöft Pfeffer ausgezeichnet aufgeschlossen. Gegen den Rothenkogel hinauf nimmt die Mächtigkeit rasch ab, doch lassen sich einzelne abgequetschte Fetzen noch bis in den Wölblgraben hinein verfolgen (unter Mlačnik). Diese Marmorschuppe ist in diaphthoritische Injektionsglimmerschiefer eingelagert und wurde deshalb seinerzeit bei der Diaphthoritzone beschrieben (Koralpe, I, p. 15). Es ist ein weißer hochkrystallinischer Phlogopitmarmor, reich an Phlogopit und dem mehrfach erwähnten farblos bis grünlichen Glimmermineral. Schöne bis 8 *cm* lange Tremolite in farblosen bis weißen Stengeln (ausgezeichnete prismatische Spaltbarkeit und etwas schlechtere nach der Endfläche. Spaltblättchen // c zeigen Auslöschung $c\ \gamma' = 13$ bis

15°). Salit in weißen augitischen Prismen (Lit. *57*), Pegmatitquarze, Pyrit (als Brauneisenpseudomorphosen erhalten). Dieser Mineralbestand ist vollkommen der gleiche wie der der zentralen Marmore, z. B. dem Vorkommen von Kraushansl, und wir zweifeln daher nicht mehr daran, daß dieser Marmor zum Altkrystallin zu rechnen sei.

Die südlichste Schuppe hat ihre Hauptverbreitung im Wölblgraben. Sie beginnt mit einem isolierten Fetzen, der beim Gehöft Multerer unter der diluvialen Drauterrasse aufgeschlossen ist. Dann folgt ein schmales Band beim Gehöft Wutti (an der Grenze der beiden Aufnahmesektionen), das sich über den unteren Lorenzenberg in den Wölblgraben hinüberzieht. Dort zeigt sich der Höhepunkt der Zusammenschoppung mit großen tektonischen Mächtigkeiten. Der Marmor ist petrographisch dem vorigen gleich. Er ist größtenteils in die West-Ost-Richtung eingeschlichtet.

Vergleich der Koralpenmarmore mit anderen Vorkommen.

Wenn ich im folgenden unsere Marmore u. a. auch mit außeralpinen Vorkommen, denen Finnlands, vergleiche, so soll ausdrücklich das Mißverständnis abgelehnt werden, als ob ich das steirische Krystallin unmittelbar dem finnländischen Grundgebirge an die Seite stellen wollte. Aber gerade bei den Marmoren handelt es sich im wesentlichen um die gleichen metamorphen Vorgänge, die nur graduell verschieden stark sind, und außerdem liegen gerade für die nordischen Vorkommen moderne Beschreibungen vor.

Andere steirische Marmore.

Die Marmore der nördlichen Koralpe werden in einem späteren Bericht über das Kartenblatt Deutschlandsberg—Wolfsberg genau beschrieben werden. Hier sei nur vorweggenommen, daß sich nach den bisherigen Beschreibungen von Hussack (50) und Egenter (98) sowie nach meinen eigenen Beobachtungen vollkommene Übereinstimmung mit den hier beschriebenen ergibt, abgesehen von lokalen späteren Veränderungen durch Bildung von Erz und Apatit in der Twimberg-Waldensteiner Gegend.

Die Stubalpenmarmore sind neuerdings genauer bekannt geworden (4, 6, 97, 103, 104). Die H_2S-Führung, die Akzessorien stimmen gut überein (ob nicht doch mehr von dem als Biotit angeführten Glimmer Phlogopit ist?). Dagegen scheinen sie im allgemeinen viel feinkörniger zu sein; sie sind »zuckerkörnig« im Gegensatz zu den grobkrystallinen Marmoren der Teigitschserie. Die mehrfach beschriebenen tektonischen Mischungen mit benachbarten Paragneisen und Pegmatiten gleichen ganz den Erscheinungen in unserem Gebiete.

Tiroler Marmorlager.

Die nächsten Vergleichsgesteine liegen im Altkrystallin westlich des Tauernfensters. Die Marmore sind besonders durch Hammer

(108), Weinschenk (106) und Lindemann (105) beschrieben worden. Die Akzessorien dieser Marmore (aufgezählt in 105, p. 527) sind die gleichen, ebenso die hohe Krystallinität und deren örtliche Zerstörung durch jüngere Durchbewegungen.

Finnländische Marmorvorkommen.

Unsere mineralreichen Marmore zeigen gewisse Ähnlichkeiten mit finnländischen Marmoren, die durch ausführliche Beschreibungen, hauptsächlich von A. Laitakari (99, 100) ziemlich genau bekannt sind. Gemeinsam ist neben der grobkrystallinen Struktur (die hier wie dort zu einem grusigen Zerfall der Marmore bei der Verwitterung führt) der Reichtum an nichtkarbonatischen Mineralen. Laitakari betont ausdrücklich die verschiedene Herkunft dieser Minerale aus dem ursprünglichen Sediment, aus pegmatitischer Stoffzufuhr, aus Reaktionen mit den Nachbargesteinen; aber auch er kommt zu keiner restlosen Aufteilung auf diese Gruppen. Der wesentliche Unterschied zwischen den finnländischen Marmoren und den alpinen beruht in einer stärkeren pegmatitischen, ja auch unmittelbar granitischen Durchtränkung der ersteren, so daß die Kontaktminerale überwiegen. Dies führt zur Ausbildung der berühmt schönen Krystalle von Pargasit, Skapolith usw., überhaupt zu viel größeren Individuen. Die Phlogopite z. B. messen dort bis 2 *cm*, bei uns nur wenige Millimeter. Der Granat der finnländischen Marmore (Andradit, Grossular) ist Reaktionsmineral an der Grenze gegen Amphibolit; der aus unseren Vorkommen stammt wohl nur aus eingeschalteten Schieferteilen. Es muß übrigens die Frage noch offen bleiben, ob in unseren alpinen Marmoren nicht viel von großen und schönen Krystallen durch spätere Tektonik zerstört worden ist.

Die Marmore aus dem Gebiet von Parainen (Pargas) haben infolge der granitischen Durchtränkung die Wollastonitstufe erreicht, was bei den alpinen nicht der Fall ist. Übrigens ist Wollastonitbildung auch in Marmoren des niederösterreichischen Waldviertels auf wenige lokale Injektionen (Loja) beschränkt geblieben. Von den vier Stufen P. Eskolas (110):

1. Quarzkalkstein,
2. Tremolitkalkstein,
3. Diopsidkalkstein,
4. Wollastonitkalkstein,

sind also in den Koralpenmarmoren nur 1 bis 3 erreicht worden.

Auch in den finnländischen Marmoren fehlen nicht Anzeichen örtlicher rückschreitender Metamorphose mit Umwandlung des Pyroxens in Talk usw., Analoga unserer jungalpinen Beanspruchung. Eine genauere Arbeit darüber von Sustschinsky ist mir, weil russisch geschrieben, unzugänglich geblieben.

Einige allgemeine Ergebnisse über die Marmore.

Die Aufteilung des Mineralbestandes auf die in der Einleitung erwähnten drei genetischen Gruppen unterliegt gewissen Schwierigkeiten, und für manche Minerale muß die Zugehörigkeit unbestimmt bleiben.

Aus dem ursprünglichen Sediment stammt zweifellos der Graphit und das feinverteilte organogene Pigment. Die Glimmer deuten ihrer Anordnung nach auf ehemalige Tonhäutchen, beziehungsweise feinverteilten Tongehalt im Kalkschlamm. Immerhin läßt sich z. B. der F-Gehalt des Phlogopits aus sedimentären Stoffen allein schwer ableiten. Hier dürfte wohl Durchgasung im Gefolge pegmatitischer Injektion mitgewirkt haben. Granat und Biotit erscheinen immer deutlich an Einschlüsse pelitischer Natur gebunden. Übrigens sind Biotit und Phlogopit optisch durchaus nicht immer leicht zu unterscheiden, am ehesten noch nach der makroskopischen Farbe. Sehr verbreitet ist ein farbloser Glimmer zweiter Art, den wir beim Vorkommen von Kraushansl ausführlich besprochen haben. Auch die Pyritkrystalle lassen sich als organogene Bildungen deuten.

Der regelmäßige Wechsel von Kalk- und Dolomitmarmor im Etzendorfer Vorkommen spricht für ursprüngliche sedimentäre Wechsellagerung und gegen spätere Dolomitisierung.

Für ausgesprochene Reaktionsminerale zwischen Marmor und Nebengestein halten wir die Kalksilikate, wie Pyroxen, Pargasit, Zoisit, Vesuvian, und einen Teil der Plagioklase. Solche neuentstandene Plagioklase sind, dem Kalkgestein entsprechend, sehr basisch, bis an 50% An im Gegensatz zu den pegmatitischen Plaglioklasen, die Oligoklasalbite sind.

Alle Marmore zeigen die Regelmäßigkeit, daß Titanit im Grenzgebiet beider Gesteine, und zwar im Marmor selbst, in großen Krystallen angereichert ist, während er sonst in beiden Gesteinen nur in kleinen Körnchen auftritt. Quarz, Kalifeldspat, saure Plagioklase, Turmalin, Apatit halten wir für pegmatitischer Herkunft.

Saussuritische Neubildungen, den Großteil der Zoisitminerale, chloritische Glimmer, talkähnliche und andere unbestimmbare Umwandlungsprodukte halten wir für Erzeugnisse einer jüngeren Durchbewegung zu einer Zeit, da das Gestein bereits im Bereiche einer oberen »Tiefen«stufe lag. Dazu kommen bezeichnende Texturmerkmale

Metamorphose.

Das ursprüngliche Sediment ging durch Regionalmetamorphose mit starker Wärmetönung in ein hochkrystallines Gestein über. Dabei haben sich die meist nur wenige Zentimeter breiten Reaktionszonen von Kalksilikaten gebildet. Die chemische Wechselwirkung zwischen verschiedenen Gesteinen war also auf sehr kleine Entfernungen beschränkt. Daraus dürfen wir den Schluß ziehen, daß wir in diesen Gesteinen — ganz abgesehen von den geänderten Temperaturdruckverhältnissen von heute — kein chemisches Gleich-

gewicht zu erwarten haben. Die pegmatitischen Injektionen, die wir uns weniger liquid-magmatisch als in Form von Gasen und heißen Flüssigkeiten vorstellen, haben in ihrer Nachbarschaft eine Art von Kontaktmetamorphose mit Sammelkrystallisation und Neubildungen hervorgerufen. Sie entsprechen durchaus nicht einem einmaligen Vorgang, sondern haben in wiederholten Phasen, vor und nach der Regional- und der gleich zu besprechenden Dynamometamorphose, eingewirkt.

Der beherrschende Eindruck des Gesteins ist der einer alten Tiefenmetamorphose. Daneben zeigen sich aber im großen wie im Dünnschliff viele Merkmale einer jüngeren Dislokationsmetamorphose unter geringerem Wärme(oder »Tiefen«)einfluß, im einzelnen einer Art rückschreitender Metamorphose. Doch sind diese Änderungen (mechanische Zerstörung und auch chemischer Zerfall instabil gewordener Minerale) zu gering, als daß man von Diaphthorese sprechen könnte. Wir ordnen diese Erscheinungen einer jüngeren, alpinen Beanspruchung des Koralpenblocks zu. Bemerkenswert ist die sogenannte »Entdolomitisierung« (109). Mit diesem Ausdruck haben Hatch und Rastall die Erscheinung benannt, daß bei der Metamorphose eines Kalksteins zuerst nur Mg in Silikatform übergeht, auch noch Mg und Ca gleichzeitig; aber erst bei sehr hoher Temperatur bilden sich reine Ca-Silikate. Dem Kalkstein wird also sein Mg-Gehalt entzogen und in Silikaten festgelegt. Das hat nach Grubenmann-Niggli seinen Grund darin, daß die Mg-Karbonate eine niedrigere Dissoziationstemperatur besitzen als die Ca-Karbonate. Diese Erscheinung ist an unseren Koralpenmarmoren sehr schön zu beobachten. Es hat sich wohl Salit, Tremolit gebildet, aber nach Wollastonit würde man vergeblich suchen. Eines der schönsten Vorkommen liegt im Gipfelgebiet (Sattel zwischen kleinem Speikkogel, Punkt 2107 und Punkt 2071), wo sich an der Grenze zwischen Marmor und Pegmatit ein 2 *m* mächtiger, reiner Tremolitfels gebildet hat. Dieses Vorkommen wird aber erst in der Arbeit über Blatt Deutschlandsberg genauer beschrieben werden.

H_2S-Gehalt der Marmore.

Die meisten der Koralpenmarmore, besonders stark die grau pigmentierten Stellen, entwickeln beim Anschlagen einen »bituminösen« Geruch. Oft ist dieser deutlich als H_2S erkennbar. Zur genauen Feststellung wurden nach der von Samojloff und Silberminz (102) angegebenen Methode Proben angestellt, indem nämlich der beim Lösen des Gesteins mit 10% HCl entweichende H_2S durch Bleiacetat nachgewiesen wurde. Die von den beiden Verfassern angegebene quantitative Schätzung nach dem Grad der Verfärbung des Bleiacetatpapiers halte ich für unanwendbar, weil wahrscheinlich ein Teil der in jedem Marmor enthaltenen Sulfide (Pyrit .) mit zersetzt wird, so daß das Ergebnis gefälscht wird.

Von Koralpenmarmoren wurde in denjenigen des Fraßtales bei Wolfsberg von Egenter (98, p. 439) ebenfalls H_2S nachgewiesen.

Später hat O. Dischendorfer Marmore der Salla bei Köflach (Almhausserie) untersucht (103) und die Anwesenheit von H_2S, dagegen das Fehlen von Indol, Merkaptan oder ähnlichen Geruchsstoffen festgestellt.

Die Untersuchung eines gebänderten Marmors (Kraushansl, siehe p. 4 ff.) zeigte, daß sich bei unserer ziemlich rohen Methode in den weißen Lagen kein H_2S, in den grauen beträchtliche Mengen nachweisen lassen.

Auch die jüngeren Kalksteine der Diaphthoritzone zeigen großen H_2S-Gehalt, so der graue Kalk von Panink bei St. Lorenzen (Koralpe, I, p. 12).

Literaturverzeichnis.

Fortsetzung von p. 38 (des Sonderabdruckes) unserer ersten Arbeit. Diese selbst wird als »Koralpe, I« zitiert. Abkürzungen wie früher.

1924. Heritsch-Lieb, Ein mineralreicher Marmor dem Stubalpengebiet. Zentralbl., 1924, p. 334.

98. 1909. Egenter A., Die Marmorlagerstätten Kärntens. Zeitschr. f. prakt. Geol. **17**, p. 432.

99. 1921. Laitakari A., Le gisément du calcaire cristallin de Kirmonniemi à Korpo en Finlande. Bull. Comm. Géol. de Finlande, Nr. 46.

100. 1922. — Über die Petrographie und Mineralogie der Kalksteinlagerstätten von Parainen (Pargas) in Finnland. Ibidem Nr. 54.

101. 1916. Hedvall J. A., Über das Reaktionsvermögen im festen Zustand von Kieselsäureanhydrid mit den Oxyden von Ca, Ba und Mg. Zeitschr. f. anorgan. Chemie, **98**, p. 57.

1926. Samojloff J. V. und Silberminz W. A., Über Schwefelwasserstoff in Karbonkalksteinen des Donezbeckens. Zeitschr. d. Deutschen Geol. Ges., **78**, Abhandl., p. 315.

103. 1924. Dischendorfer O., Über die Ursache des Geruches der Stinkmarmore. Zentralbl., p. 45.

104. 1926. Purkert R., Chemische Analysen von Marmoren der Stubalpe in Steiermark. Verh. Geol. B. A., p. 161.

105. 1906. Lindemann B., Petrographische Studien in der Umgebung von Sterzing in Tirol. Neues Jb., Beil. Bd., **22**, p. 454 ff. (Marmore, p. 526 ff.).

106. 1903. Weinschenk E., Die Tiroler Marmorlager. Zeitschr. f. prakt. Geol., **11**, p. 131.

107. 1926. Hießleitner G., Das Wieser Revier. Berg- und Hüttenmänn. Jb. **74**, p. 65.

108. 1906. Hammer W., Geologische Beschreibung der Laaser Gruppe. Jb. **56**, p. 497.

109. 1910. Hatch and Rastall, On the Dedolomitization in the Marble of Port Shepstone. Quart. Journ. Geol. Soc., **66**, p. 507.

110. 1922. Eskola P., On contact phenomena between gneiss and limestone in Western Massachusetts. Journal of Geology. 30, Nr. 4, p. 265 ff.
